



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 11 926 C 2

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 04 B 27/16  
F 04 B 35/00

21 Aktenzeichen: P 44 11 926.7-15  
22 Anmeldetag: 7. 4. 94  
43 Offenlegungstag: 13. 10. 94  
46 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 9. 1. 97

DE 44 11 926 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31  
08.04.93 JP 5-081944

73 Patentinhaber:  
Kabushiki Kaisha Toyota Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

74 Vertreter:  
Grießbach und Kollegen, 70182 Stuttgart

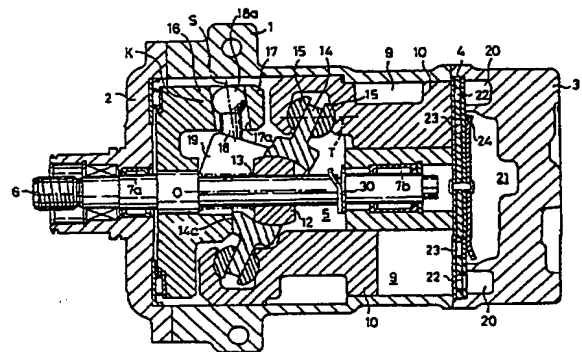
72 Erfinder:  
Kimura, Kazuya, Kariya, Aichi, JP; Kayukawa,  
Hiroaki, Kariya, Aichi, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 30 353 A1  
DE 41 34 857 A1  
JP 04-2 95 185 A  
JP 01-1 14 988 U  
JP 52-96 407

54 Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung

57 Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung, insbesondere für ein gasförmiges Kältemittel, mit einer Gehäuseanordnung, in der eine Taumelscheibenkammer, eine Ansaugkammer, eine Auslaßkammer und mehrere in Fluidverbindung mit den genannten Kammern stehende Zylinderbohrungen vorgesehen sind; mit jeweils einem zu einer Hin- und Herbewegung antreibbaren Kolben in jeder der Zylinderbohrungen; mit einer drehbar in dem Gehäuse gelagerten Antriebswelle; mit einem in der Taumelscheibenkammer angeordneten, drehfest auf der Antriebswelle montierten Rotor; mit mindestens einem Stützarm, der von dem Rotor nach innen in Richtung auf die Taumelscheibenkammer absteht; mit einer Taumelscheibe, die mit den einzelnen Kolben über Verbindungseinrichtungen verbunden ist, mit deren Hilfe eine Taumelbewegung der Taumelscheibe in eine Hin- und Herbewegung der Kolben umsetzbar ist, und mit Gelenkeinrichtungen, über die die Taumelscheibe mit dem Rotor verbunden ist und die einen Führungszapfen umfaßt, der mit seinem einen Ende an der Taumelscheibe befestigt ist und der mit dem Stützarm des Rotors derart in Eingriff steht, daß der Neigungswinkel der Taumelscheibe in Abhängigkeit von dem Druck in der Taumelscheibenkammer veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkeinrichtungen ein sphärisches Element (18a) umfassen, welches am anderen Ende des Führungszapfens (18) befestigt ist, sowie eine in dem Stützarm (17) des Rotors (16) ausgebildete Bohrung (17a), die parallel zu einer Ebene verläuft, die durch die Mittelachse (O) der Antriebswelle (8) und eine obere Totpunktposition der Taumelscheibe (12; 31 bis 34) definiert ist, wobei eine innere Umfangsfläche der Bohrung (17a) als eine Führungsfläche dient, die derart verläuft, daß sie sich der Mittelachse (O) der Antriebswelle (8) von außen nach innen annähert, und daß der Querschnitt dieser Führungsfläche senkrecht zu einer Mittellinie (S) der Bohrung (17a) zumindest über einen Teil der Führungsfläche einen Kreisbogen bildet, derart, daß das sphärische Element (18a) in Linienkontakt mit der Führungsfläche steht.



DE 44 11 926 C 2

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 4. Insbesondere befaßt sich die vorliegende Erfindung mit einer verbesserten Gelenkeinheit zum schwenkbaren Haltern einer Taumelscheibe eines Taumelscheibenkompressors mit variabler Förderleistung, wobei die Taumelscheibe insbesondere über eine Buchse derart mit der Antriebswelle verbunden ist, daß ihr Neigungswinkel veränderbar ist.

Ein gattungsgemäßer Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung ist aus der DE 41 34 857 A1 bekannt. Bei diesem bekannten Kompressor ist der Rotor angebrachte Stützarm mit einer sphärischen Lageraufnahmeöffnung für ein Gleitlager versehen, welches eine zentrale Bohrung aufweist, in die ein Führungszapfen gleitverschieblich eingepaßt ist, der in einer Lagerbuchse montiert ist.

Eine ähnliche Konstruktion ist aus der DE 42 30 353 A1 bekannt, gemäß welcher der Stützarm eine sphärische Öffnung aufweist, in die ein sphärisches Element eines Führungszapfens eingreift, dessen Schaft gleitverschieblich von einer Führungsbohrung einer Nabe aufgenommen wird.

Weiterhin sind konventionelle Taumelscheibenkompressoren mit variabler Förderleistung in der JP-OS (Kokai) 52-963407 und in dem JP-GM (ungeprüfte Gebrauchsmusteranmeldung (Kokai)) 1-114988 beschrieben. Der letztgenannte Kompressor ist beispielsweise mit einer Gelenkeinheit versehen, wie sie in Fig. 14 gezeigt ist, in der ein Rotor 91 auf einer Antriebswelle 90 befestigt ist, die in einer Taumelscheibenkammer angeordnet ist, wobei in dem Rotor 91 ein Langloch 91a ausgebildet ist. Wie am besten aus Fig. 15 deutlich wird, verläuft das Langloch 91a des Rotors 91 parallel zu einer Ebene, die durch die Mittelachse O der Antriebswelle 90 und den oberen Totpunkt der zu einer Drehbewegung antreibbaren Taumelscheibe 93 definiert ist, und das Langloch 91a erstreckt sich von außen derart in Richtung auf die Mittelachse O der Antriebswelle 90, daß das innere Ende des Langlochs 91a angrenzend an die Mittelachse O der Antriebswelle positioniert ist. Das gegenüberliegende Ende eines Abschnitts des Langlochs 91a erstreckt sich senkrecht zu der Mittellinie S desselben geradlinig, derart, daß er parallel zu einer Ebene verläuft, die senkrecht zur Drehachse der Antriebswelle 90 verläuft. Ein Verbindungszapfen 92 ist gleitverschieblich in das Langloch 91a des Rotors 91 eingesetzt und besitzt ein äußeres Ende, welches mit der drehbaren Taumelscheibe 93 über einen Bügel 93a derselben verbunden ist, so daß die Taumelscheibe 93 nach vorn und hinten geneigt werden kann. Eine nicht drehbare Taumelplatte (nicht gezeigt) ist gleitbeweglich auf der drehbaren Taumelscheibe 93 montiert, und zwischen der Taumelplatte und jedem der Kolben, die von den verschiedenen Zylinderbohrungen in dem Zylinderblock des Kompressors aufgenommen werden, ist jeweils eine Kolbenstange angeordnet. Bei dem beschriebenen konventionellen Kompressor wird die Drehung der Antriebswelle 90 in eine Drehung der drehbaren Taumelscheibe 93 und eine Taumelbewegung der Taumelplatte umgewandelt, und zwar durch die Wirkung der Gelenkeinheit K. Die Taumelbewegung der Taumelplatte wird in die Hin- und Herbewegung der Kolben umgewandelt. In diesem Fall wird der Druck in der Taumelscheibenkammer durch ein Regelventil (in der

Zeichnung nicht gezeigt) geregelt. Daher ändert sich der Neigungswinkel der Taumelplatte so, daß der Hub jedes Kolbens ebenfalls geändert wird.

Demgemäß wird die Förderleistung des Kompressors geändert. In diesem Fall sind die Taumelbewegungen der drehbaren Taumelscheibe 93 nach vorn und hinten und die Pendelbewegungen der Taumelplatte durch das Langloch 91a begrenzt, welches einen vorgegebenen Krümmungsradius hat. Obwohl der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe 93 geändert wird, bleibt der obere Totpunkt der Taumelplatte folglich bei der Bewegung nach vorn und hinten unverändert, was dazu führt, daß der verbleibende Raum für jeden Kolben in der zugeordneten Zylinderbohrung nahezu zu Null wird, wenn der Kolben seinen oberen Totpunkt erreicht.

Da jedoch bei einem Kompressor des vorstehend beschriebenen Typs die Ansaugkraft während des Saughubs auf den Kolben einwirkt, wirkt die Ansaugkraft auch auf die drehbare Taumelscheibe in einem Bereich zwischen dem oberen Totpunkt und einem nacheilenden Bereich derselben bezüglich der Drehrichtung der Antriebswelle 90 (d. h. annähernd auf die rechte Hälfte der Taumelscheibe 93 in Fig. 14). Da auf den Kolben andererseits während des Kompressionshubes eine Kompressions-Reaktionskraft einwirkt, wirkt die Kompressions-Reaktionskraft auch auf die drehbare Taumelscheibe 93 ein, und zwar in einem Bereich, der vom oberen Totpunkt derselben bis in einen voreilenden Teil derselben bezüglich der Drehrichtung der Antriebswelle 90 reicht, d. h. etwa auf die linke Hälfte der Taumelscheibe 93 in Fig. 14. Aus diesem Grund wird bei dem vorstehend beschriebenen Kompressor der nacheilende Bereich der Taumelscheibe 93 bezüglich der Drehrichtung der Antriebswelle 90 von dem Rotor 91 abgehoben, während der voreilende Bereich der Taumelscheibe 93 bezüglich der Drehrichtung der Antriebswelle 90 gegen den Rotor 91 gepreßt wird.

Bei den Kompressoren gemäß JP-GM 1-114988 ist die drehbare Taumelscheibe auf der Antriebswelle 90 mittels einer zylindrischen Buchse (in Fig. 14 und 15 nicht gezeigt) montiert, und die zylindrische Buchse trägt die drehbare Taumelscheibe 93 mittels Zapfen, derart, daß diese parallel zur Mittelachse O der Antriebswelle 90 gleitet und nach vorn und hinten schwenkt. Die drehbare Taumelscheibe 93 wird folglich daran gehindert, bezüglich des Rotors 91 unkontrollierte Drehbewegungen in einer von der Kipprichtung abweichenden Richtung auszuführen, und zwar selbst dann, wenn die Ansaugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft auf die drehbare Taumelscheibe 93 einwirken.

Um trotzdem zu ermöglichen, daß die drehbare Taumelscheibe 93 eine gleichmäßige Taumelbewegung nach vorn und hinten durchführen kann, muß zwischen der zylindrischen Buchse und der Antriebswelle 90 ein kleiner Spalt vorgesehen sein. Folglich wird die drehbare Taumelscheibe 93 durch die oben beschriebenen Ansaug- und Kompressions-Reaktionskräfte geringfügig in einer Richtung verdreht, die von der nach vorn und hinten gerichteten Bewegung bezüglich des Rotors 91 verschieden ist. (Beispielsweise wird die drehbare Taumelscheibe 93 um einen Winkel  $\alpha$  verdreht, und der Verbindungszapfen 92 kommt mit dem Langloch 91a nach Art eines Punktkontaktes an einem Punkt I in Fig. 14 und 15 in Berührung. Die Ansaugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft wirken also konzentriert auf den Punkt I ein.)

Wenn ein Eingangsdrehmoment von der Antriebs-

welle 90 ausgeübt wird, dann wird das Drehmoment ferner von dem Rotor 91 über die Gelenkeinheit K zu der drehbaren Taumelscheibe 93 übertragen. Daher wird die drehbare Taumelscheibe 93 konstant um einen kleinen Winkel in der Richtung verdreht, die von der Richtung der exakten Vorwärts- und Rückwärtsbewegung bezüglich des Rotors 91 abweicht, wobei das Drehmoment wieder konzentriert an dem Punkt I aufgenommen werden muß. Bei dem konventionellen Kompressor ist daher die Gelenkeinheit K zum Kontrollieren der nach vorn und hinten gerichteten Kippbewegung der Taumelscheibe 93 während des Betriebes mit hohen Drehzahlen und mit einem hohen Kompressionsverhältnis einem abnormalen Abrieb unterworfen.

Ähnliche Probleme treten für den Fall auf, daß unter dem Aspekt einer leichten Herstellung des internen Mechanismus des Kompressors ein Buchsenelement mit sphärischer Stützfläche gleitverschieblich derart auf einer Antriebswelle montiert ist, daß sie die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung abstützt sowie eine Drehbewegung der drehbaren Taumelscheibe ermöglicht, wobei ein Paar von gleichen Gelenkeinheiten in Positionen zu beiden Seiten des oberen Totpunkts der drehbaren Taumelscheibe angeordnet ist.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung mit mindestens einer Gelenkeinheit anzugeben, durch welche die vorstehend angesprochenen Probleme, die bei konventionellen Kompressoren mit variabler Förderleistung auftreten, vermieden werden können.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine neue Gelenkeinheit anzugeben, die in einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung eingebaut werden kann, um die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Taumelscheibe zu kontrollieren, ohne daß ein abnormaler Abrieb bzw. Verschleiß der Gelenkeinheit eintritt, und zwar selbst dann, wenn die Taumelscheibe bezüglich des Rotors, der sich mit der Antriebswelle des Kompressors dreht, in eine verdrehte Position verlagert wird.

Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe bei einem gattungsgemäßen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Dabei hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Führungsfläche an dem Stützarm durch eine Wandfläche einer in dem Stützarm ausgebildeten, einen kreisrunden Querschnitt aufweisenden Bohrung gebildet ist und wenn das sphärische Element an dem Führungzapfen derart befestigt ist, daß es schwenkbar und gleitverschieblich in Kontakt mit der Führungsfläche des Stützarms steht und von dieser geführt wird.

In Ausgestaltung der Erfindung hat es sich auch als vorteilhaft erwiesen, wenn das sphärische Element an dem Führungzapfen drehbar gehalten ist und an der Führungsfläche abrollbar ist.

Gemäß einer wesentlichen Variante der vorliegenden Erfindung wird die gestellte Aufgabe durch einen gattungsgemäßen Kompressor mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 4 gelöst.

In Ausgestaltung der Erfindung haben sich ferner die Maßnahmen gemäß den Ansprüchen 5 und 6 als vorteilhaft erwiesen.

Es ist ein besonderer Vorteil der verschiedenen Ausführungsformen von Taumelscheibenkompressoren mit variabler Förderleistung gemäß der Erfindung, daß selbst dann, wenn die Taumelscheibe um eine senkrecht

zur Mittelachse der Antriebswelle verlaufende Achse bezüglich des Rotors verdreht wird, ein linienförmiger oder flächenhafter Kontakt mit der Führungsfläche erreicht wird, so daß die Ansaugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft sowie das Drehmoment mit linienförmigem oder flächenhaftem Kontakt auf die Führungsfläche übertragen werden, so daß ein übermäßiger Verschleiß, wie er gemäß dem Stande der Technik auftreten konnte, vermieden und zuverlässig eine lange Lebensdauer des Kompressors erreicht wird.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand von bevorzugten, in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt eines Taumelscheibenkompressors mit variabler Förderleistung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in einem der maximalen Förderleistung entsprechenden Betriebszustand;

Fig. 2 einen Längsschnitt des Kompressors gemäß Fig. 1, jedoch für den Betriebszustand minimaler Förderleistung;

Fig. 3 eine Draufsicht auf die wesentlichen Teile von Gelenkeinrichtungen des Kompressors gemäß Fig. 1 und 2, wobei die Teile wie bei einer Explosionsdarstellung auseinandergerückt und teilweise im Schnitt dargestellt sind;

Fig. 4 einen Querschnitt durch die Anordnung gemäß Fig. 3 längs der Linie IV-IV derselben;

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine Gelenkeinheit des Kompressors gemäß Fig. 1 und 2 zur Verdeutlichung der gegenseitigen Lage einer Führungsfläche und eines damit zusammenwirkenden sphärischen Elements an einem Führungzapfen;

Fig. 6 eine grafische Darstellung der Änderung des verbleibenden Freiraums bei in seinem oberen Totpunkt befindlichem Kolben in Abhängigkeit von der Neigung der drehbaren Taumelscheibe;

Fig. 7 eine Querschnittsdarstellung der Gelenkeinrichtungen einer abgewandelten Ausführungsform eines Taumelscheibenkompressors gemäß der Erfindung in der der maximalen Förderleistung entsprechenden Betriebsstellung;

Fig. 8 eine der Draufsicht gemäß Fig. 3 entsprechende Darstellung der wesentlichen Teile der Gelenkeinrichtungen gemäß Fig. 7;

Fig. 9 einen Querschnitt durch die Anordnung gemäß Fig. 8 längs der Linie IX-IX in dieser Figur;

Fig. 10A einen Querschnitt durch die wesentlichen Elemente der Gelenkeinrichtungen einer weiteren abgewandelten Ausführungsform eines Taumelscheibenkompressors gemäß der Erfindung;

Fig. 10B eine Draufsicht auf die Anordnung gemäß Fig. 10A zur Verdeutlichung der Ausgestaltung einer in dem Rotor des Kompressors vorgesehenen, die Führungsfläche definierenden Bohrung;

Fig. 11A einen Querschnitt der wesentlichen Teile der Gelenkeinrichtungen eines weiteren abgewandelten Taumelscheibenkompressors gemäß der Erfindung;

Fig. 11B eine Draufsicht auf die Anordnung gemäß Fig. 11A zur Darstellung der in dem Rotor des Kompressors gemäß Fig. 11A vorgesehenen, die Führungsfläche definierenden Bohrung;

Fig. 11C eine perspektivische Ansicht eines Führungszapfens und eines zugeordneten Schuhs der Gelenkeinrichtungen des Kompressors gemäß Fig. 11A;

Fig. 12A einen Querschnitt durch die wesentlichen Teile der Gelenkeinrichtungen einer weiteren abgewan-

delten Ausführungsform eines Taumelscheibenkompressors gemäß der Erfindung;

Fig. 12B eine Draufsicht auf die Gelenkeinrichtungen gemäß Fig. 12A mit einem in dem Rotor des Kompressors ausgebildeten, die Führungsfläche definierenden, quadratischen Führungskanal;

Fig. 12C eine perspektivische Darstellung des Führungszapfens und eines zugeordneten Schuhs der Gelenkeinrichtungen gemäß Fig. 12A;

Fig. 13A einen Querschnitt durch die wesentlichen Teile der Gelenkeinrichtungen einer weiteren abgewandelten Ausführungsform eines Taumelscheibenkompressors gemäß der Erfindung;

Fig. 13B eine Draufsicht auf die Gelenkeinrichtungen gemäß Fig. 13A;

Fig. 14 eine Seitenansicht der wesentlichen Teile der Gelenkeinrichtungen eines Taumelscheibenkompressors mit variabler Förderleistung gemäß dem Stande der Technik, teilweise im Schnitt; und

Fig. 15 eine vergrößerte Querschnittsdarstellung eines Teils der Gelenkeinrichtungen gemäß Fig. 14.

Im einzelnen besitzt der als Ausführungsbeispiel betrachtete Kompressor gemäß Fig. 1 und 2 der Zeichnung ein vorderes Gehäuse 2, welches an einer Stirnseite eines Zylinderblockes 1 befestigt ist, und ein hinteres Gehäuse 3, welches mit der anderen Stirnseite des Zylinderblockes 1 über eine Ventilplatte 4 verbunden ist. In einer Taumelscheibenkammer 5, die durch den Zylinderblock 1 und das vordere Gehäuse 2 gebildet wird, ist eine Antriebswelle vorgesehen. Die Antriebswelle 6 ist in reibungsarmen Lagern 7a, 7b drehbar gelagert. In dem Zylinderblock 1 sind rings um die Antriebswelle 6 mehrere Zylinderbohrungen 9 ausgebildet. In jeder der Zylinderbohrungen 9 des Zylinderblockes 1 ist jeweils ein Kolben 10 angeordnet.

In der Taumelscheibenkammer 5 ist ein Rotor 16 drehfest auf der Antriebswelle 6 montiert. Der Rotor stützt sich über ein Drucklager an der Innenseite des vorderen Gehäuses 2 ab. Eine Buchse 12, die gleitverschieblich von der Antriebswelle 6 gehalten wird, besitzt eine sphärische Außenfläche als Stützfläche. Eine die Welle 6 umgebende Druckfeder 13 ist zwischen dem Rotor 16 und der eine sphärische Außenfläche besitzenden Buchse 12 angeordnet. Die Druckfeder 13 drückt die sphärische Buchse 12 in Richtung auf das hintere Gehäuse 3.

Wie in Fig. 4 gezeigt, ist eine drehbare Taumelscheibe 14 drehbar auf der äußeren Stützfläche der Buchse 12 gelagert. Bei einem Betriebszustand, in dem die Druckfeder 13 am stärksten zusammengepreßt ist, wie dies Fig. 1 zeigt, gelangt eine Kontaktfläche 14a im unteren Teil der Rückseite der Taumelscheibe 14 in Kontakt mit dem Rotor 16, so daß eine weitere Zunahme des Neigungswinkels der drehbaren Taumelscheibe 14 durch den Rotor verhindert wird. Für den Fall, daß die Druckfeder 13 ihre größte axiale Ausdehnung aufweist, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist, gelangt die sphärische Buchse 12 in Kontakt mit einem Anschlag 30, der in Eingriff mit der Antriebswelle 6 steht, wodurch eine weitere Zunahme des Neigungswinkels der drehbaren Taumelscheibe 14 durch den Anschlag 30 verhindert wird.

Halbkugelförmige Schuhe 15 stehen in Kontakt mit dem umlaufenden äußeren Randbereich der drehbaren Taumelscheibe 14, und die äußeren sphärischen Oberflächen der Schuhe 15 stehen in Eingriff mit einer sphärischen Stützfläche des jeweils zugeordneten Kolbens 10. Auf diese Weise stehen mehrere Kolben 10 über Schuhe 15 in Antriebsverbindung mit der drehbaren

Taumelscheibe 14. Die Kolben 10 werden gleitverschieblich von den zugeordneten Zylinderbohrungen 9 aufgenommen und können in diesen zu einer Hin- und Herbewegung angetrieben werden.

Wie Fig. 3 zeigt, stehen von der Rückseite der drehbaren Taumelscheibe 14 zwei Bügel 19 ab, die Teile der Gelenkeinheit K darstellen und zu beiden Seiten des oberen Totpunkts T der drehbaren Taumelscheibe 14 angeordnet sind. Die Antriebswelle 6 ist so angeordnet, daß sie zwischen den beiden Bügeln 19 der drehbaren Taumelscheibe 14 liegt. An jedem Bügel 19 ist das eine Ende eines Führungszapfens 18 befestigt, dessen anderes Ende an einem sphärischen Element 18a befestigt ist.

Zwei Stützarme 17, die den restlichen Teil der Gelenkeinheit K bilden, stehen von einem oberen Teil der Vorderseite des Rotors 16 nach hinten derart in Richtung auf die Antriebswelle 6 ab, daß sie den Führungszapfen 18 gegenüberliegen. Am vorderen Ende jedes der Stützarme 17 ist eine lineare zylindrische Bohrung 17a parallel zu einer Ebene ausgebildet, welche durch die Mittelachse O der Antriebswelle 6 und den oberen Totpunkt T der drehbaren Taumelscheibe 14 definiert ist, wobei die zylindrische Bohrung 17a von außen in Richtung auf die Mittelachse O der Antriebswelle 6 ausgerichtet ist, d. h. schräg nach innen verläuft. Die Richtung der Mittelachse S der zylindrischen Bohrung 17a ist so gewählt, daß sich der obere Totpunkt der einzelnen Kolben 10 in Längsrichtung seiner zugeordneten Zylinderbohrung unabhängig von einer Änderung des Neigungswinkels der drehbaren Taumelscheibe 14 nicht ändert. Ein Querschnitt der zylindrischen Bohrung 17a senkrecht zu deren Mittellinie S ist kreisrund. Eine innere Umfangsfläche der Bohrung 17a dient als Führungsfläche, und das sphärische Element 18a des Führungszapfens 18 ist drehbar und gleitverschieblich in die eine Führungsfläche definierende kreisrunde Bohrung 17a eingesetzt.

Wie in Fig. 1 und 2 gezeigt, ist die Innenseite des hinteren Gehäuses 3 in eine Ansaugkammer 20 und eine Auslaßkammer 21 geteilt. In der Ventilplatte 4 sind Ansaugöffnungen 22 und Auslaßöffnungen 23 derart ausgebildet, daß ihre Position der Lage der betreffenden Zylinderbohrungen 9 entspricht. Zwischen der Ventilplatte 4 und den einzelnen Kolben 10 wird jeweils eine Kompressionskammer gebildet, die mit der Ansaugkammer 20 und der Auslaßkammer 21 über die Ansaugöffnungen 22 bzw. die Auslaßöffnungen 23 in Verbindung steht. Jede Ansaugöffnung 22 ist durch eine Ventiltzunge verschließbar, welche die Ansaugöffnung 22 entsprechend der Hin- und Herbewegung des zugeordneten Kolbens 10 schließt und öffnet. Jede Auslaßöffnung 23 ist durch eine Ventiltzunge verschließbar, welche die Auslaßöffnung 23 entsprechend der Hin- und Herbewegung des zugeordneten Kolbens 10 öffnet und schließt, wobei die Öffnungsbewegung der Auslaßventiltzungen durch einen Fänger 24 begrenzt wird.

Das hintere Gehäuse 3 nimmt ein Regelventil (nicht gezeigt) auf, welches den Druck in der Taumelscheibenkammer 5 einstellbar ändert.

Wenn die drehbare Taumelscheibe 14 bei dem in der vorstehend beschriebenen Weise aufgebauten Kompressor von der Antriebswelle 6 zu einer Drehbewegung angetrieben wird, wird für jeden der Kolben 10 in seiner zugeordneten Zylinderbohrung 9 über die Schuhe 15 durch die Taumelscheibe 14 eine Hin- und Herbewegung herbeigeführt. Ein gasförmiges Kältemittel wird folglich aus der Ansaugkammer in die einzelnen Kompressionskammern gesaugt, in diesen komprimiert

und dann in die Auslaßkammer 21 ausgestoßen. Die Menge des aus den einzelnen Zylinderbohrungen in die Auslaßkammer 21 ausgestoßenen komprimierten Kältemittels wird durch das Regelventil geregelt, mit dessen Hilfe der Druckpegel in der Taumelscheibenkammer 5 regelbar ist.

Wenn die drehbare Taumelscheibe 14 in eine Lage geschwenkt wird, in der sie einen kleinen Neigungswinkel aufweist, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist, und wenn der Druck in der Taumelscheibenkammer 5 durch Betätigung des Regelventils abgesenkt wird, dann wird der auf jeden Kolben 10 einwirkende Gegendruck abgesenkt, wodurch der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe 14 erhöht wird. Im einzelnen wird der sphärische Teil 18a des Führungszapfens 18 in der Gelenkeinheit K in der kreisrunden Führungsbohrung 17a rückwärts gedreht, und gleichzeitig gleitet das sphärische Element 18a in der kreisrunden Führungsbohrung 17a derart längs der Mittellinie S, daß das sphärische Element 18a vom inneren Ende der Führungsbohrung 17a wegbewegt wird. Außerdem schwenkt die drehbare Taumelscheibe 14 um die sphärische Buchse 12 nach hinten, während letztere sich entgegen der Kraft der Druckfeder 13 nach vorn bewegt.

Der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe 14 wird folglich erhöht, und demgemäß ändert sich der Betriebszustand des Kompressors von dem in Fig. 2 gezeigten Zustand in den in Fig. 1 gezeigten Zustand, wobei der Hub der einzelnen Kolben 10 vergrößert und die Förderleistung erhöht wird.

Wenn andererseits der Druckpegel in der Taumelscheibenkammer 5 durch Betätigung des Regelventils erhöht wird, während der Kompressor in dem in Fig. 1 gezeigten Betriebszustand arbeitet, wird der auf die einzelnen Kolben 10 einwirkende Gegendruck erhöht und daher der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe 14 verringert. Das sphärische Element 18a des Führungszapfens 18 der Gelenkeinheit K rollt also in der kreisrunden Führungsöffnung 17a vorwärts, während das sphärische Element 18a gleichzeitig derart längs der Mittellinie S in der kreisrunden Führungsbohrung 17a geleitet wird, daß sich das sphärische Element 18a von außen her nähert. Außerdem schwenkt die drehbare Taumelscheibe 14 um die sphärische Buchse 12 nach vorn, während letztere, der Kraft der Druckfeder 13 nachgebend, nach hinten bewegt wird. Aufgrund dieser Abläufe wird der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe verringert. Der Kompressor wird also in den in Fig. 2 gezeigten Betriebszustand überführt, so daß der Hub der einzelnen Kolben 10 verringert und die Förderleistung vermindert wird.

Bei dem Kompressor gemäß Fig. 1 und 2 wirkt auf jeden Kolben 10 während des Saughubes desselben eine Saugkraft ein. Daher wirkt die Saugkraft auf die drehbare Taumelscheibe 14 in einem Bereich ein, der bezüglich der Drehrichtung vom oberen Totpunkt T zur Rückseite der Antriebswelle 6 reicht (der Bereich liegt in der rechten Hälfte von Fig. 3). Andererseits wirkt auf die einzelnen Kolben 10 während des Kompressionshubes derselben eine Kompressions-Reaktionskraft ein. Daher wirkt auf die Taumelscheibe eine Kompressions-Reaktionskraft ein, und zwar in einem Bereich, der bezüglich der Drehrichtung von dem oberen Totpunkt T zur Vorderseite der Antriebswelle 6 reicht (in der linken Hälfte von Fig. 3). Aus diesem Grunde wird die drehbare Taumelscheibe auf der Rückseite bezüglich der Drehrichtung von dem Rotor 10 getrennt bzw. wegbewegt, während sie auf der Vorderseite, bezogen auf die Dreh-

richtung, gegen den Rotor 16 gedrückt wird.

Die Stützarme 17 und die Führungszapfen 18 des Kompressors gemäß Fig. 1 und 2 sind bezüglich des oberen Totpunkts T an der drehbaren Taumelscheibe 14 zu beiden Seiten angeordnet. Daher werden die Saugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft in einer geeigneten Weise von den Stützarmen 17 und den Führungszapfen 18 aufgenommen, und somit kann die Taumelscheibe 14 daran gehindert werden, daß sie sich bezüglich des Rotors 16 um eine senkrecht zu der Achse O verlaufende Achse dreht. Unter dem Aspekt einer einfachen Herstellung des Kompressors wird jedoch die sphärische Buchse 12 verwendet, um für die Taumelscheibe 14 nicht nur während der Hin- und Herbewegung derselben, sondern auch bei ihrer Drehbewegung eine stabile Abstützung zu schaffen.

Zum stabilen Abstützen der drehbaren Taumelscheibe 14 während ihrer Taumbewegung von vorn nach hinten ist es erforderlich, zwischen den kreisrunden Führungsbohrungen 17a und den sphärischen Elementen 18a der Führungszapfen 18 einen kleinen Spalt vorzusehen. Dies hat zur Folge, daß die drehbare Taumelscheibe 14 gegenüber dem Rotor 16 geringfügig um eine zu der Mittellinie O der Antriebswelle 6 senkrechte Achse verdreht wird, beispielsweise um einen kleinen Winkel  $\alpha$ . In dem in Fig. 3 gezeigten Fall wird die Taumelscheibe 14 um die zur Mittellinie der Antriebswelle 6 senkrechte Achse in einer solchen Weise verdreht, daß die rechte Seite der Taumelscheibe 14 nach unten verlagert wird und ihre linke Seite nach oben.

In diesem Fall steht das sphärische Element 18a jedes Führungszapfens 18, wie dies durch die Markierung L in Fig. 5 angedeutet ist, in Linienkontakt mit einer der kreisrunden Führungsbohrungen 17a, so daß die Ansaugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft, welche auf die Taumelscheibe 14 wirken, sowie das Drehmoment, welches für die Taumelscheibe 14 vorhanden ist, im Bereich einer Kontaktlinie L abgestützt werden. Folglich kann während des Betriebes des Kompressors mit hoher Drehzahl und/oder hohem Kompressionsverhältnis sicher verhindert werden, daß die Gelenkeinheit K zum schwenkbaren Abstützen der drehbaren Taumelscheibe 14 einem abnormalen Verschleiß unterliegt. Daher kann die Lebensdauer des Kompressors erhöht werden.

Da die kreisrunden Führungsbohrungen 17a in den Führungsarmen 17 so verlaufen, daß sich der kreisrunde Querschnitt jeder Führungsbohrung 17a mit einer Ebene schneidet, in der die Drehung des Rotors 16 auftritt, kann das von der Antriebswelle 6 auf den Rotor 16 übertragene Drehmoment leicht auf die sphärischen Elemente 18a übertragen werden.

Während des Betriebes des Kompressors mit unterschiedlichen Förderleistungen ist ferner die Richtung der Mittellinie S der kreisrunden Führungsbohrungen 17a so orientiert, daß keine merkliche Änderung der Lage des oberen Totpunkts der einzelnen Kolben 10 eintritt, und zwar unabhängig von einer Änderung des Neigungswinkels der drehbaren Taumelscheibe 17.

Somit wird die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der drehbaren Taumelscheibe 14 annähernd durch die Gelenkeinheit K beschränkt. Wie durch die Kurve G<sub>1</sub> in Fig. 6 deutlich wird, ist der Freiraum beim Erreichen des oberen Totpunkts durch den Kolben 10 in der Zylinderbohrung 9 so klein, daß er, unter dem Aspekt der Leistung des Kompressors, vernachlässigt werden kann.

Fig. 6 zeigt außerdem den Zusammenhang zwischen dem Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe und

dem Freiraum beim Erreichen des oberen Totpunkts bei dem Kompressor gemäß JP-OS (Kokai) 4-295185. Der genannte Zusammenhang für diesen bekannten Kompressor ist als eine Kurve Go dargestellt. Bei einem Vergleich der Kurven  $G_0$  und  $G_1$  in Fig. 6 erkennt man, daß trotz der Tatsache, daß die kreisrunden Führungsbohrungen 17a des Kompressors gemäß Fig. 1 bis 5 als lineare Bohrungen ausgebildet sind, die bei der Herstellung des Kompressors leicht gefertigt werden können, der Kompressionswirkungsgrad des Kompressors sehr hoch ist.

Bei den kreisrunden Führungsbohrungen 17a der Gelenkeinheit K des Kompressors gemäß Fig. 1 und 2 mit der charakteristischen Kurve  $G_1$  gemäß Fig. 6 kann jeder Kolben 10 aufgrund von Fertigungs- und Montagefehlern der Gelenkeinheit K und der Kolben 10 unter Umständen mechanisch mit der Ventilplatte 4 zusammenstoßen. Um ein solches mechanisches Zusammenstoßen zu vermeiden, ist es erforderlich, nicht nur das Ausmaß des Spielraums am oberen Totpunkt zu einem Zeitpunkt zu bestimmen, in dem der Kompressor mit maximaler Förderleistung arbeitet; vielmehr muß der Freiraum am oberen Totpunkt auch für die Zeiten ermittelt werden, in denen der Kompressor mit minimaler Förderleistung arbeitet. Wenn der Freiraum bzw. das Spiel bei Betrieb mit maximaler Förderleistung größer ist als bei minimaler Förderleistung, kann ein Zusammenstoßen der Kolben 10 mit der Ventilplatte 4 vermieden werden. Trotzdem muß der Kompressor gemäß diesem Verfahren eine große Leistung erbringen, um die maximale Förderleistung zu erreichen. Daher wurde ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung entwickelt, um dieses Problem zu überwinden. Gemäß dieser Variante sind die kreisrunden Führungsbohrungen derart angeordnet, daß das Spiel zum Zeitpunkt des Arbeitens mit minimaler Förderleistung größer ist als zum Zeitpunkt des Arbeitens mit maximaler Förderleistung, wobei diese Ausgestaltung der Kurve  $G_2$  in Fig. 6 entspricht. Gemäß dieser Ausgestaltung der kreisrunden Führungsbohrungen 17a, bei der ein mechanischer Kontakt zwischen den Kolben 10 und der Ventilplatte 4 vermieden werden sollte, kann der Aufwand, das Spiel beim Arbeiten mit unterschiedlichen Förderleistungen zu prüfen, gespart werden, wenn nur das Spiel zwischen dem Kolben 10 und der Ventilplatte im oberen Totpunkt zu einem Zeitpunkt geprüft wird, in dem der Kompressor mit maximaler Förderleistung arbeitet, und eine Verringerung der Kompressionsleistung des Kompressors kann vermieden werden.

Fig. 7 bis 9 zeigen einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung gemäß einem anderen — einem zweiten — Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 bis 9 wird anstelle der sphärischen Buchse eine zylindrische Buchse verwendet, und die Form und der Aufbau der drehbaren Taumelscheibe sind gegenüber dem vorherigen Beispiel so modifiziert, daß sie auf die Verwendung einer zylindrischen Buchse abgestimmt sind.

Wie Fig. 7 zeigt, umfaßt der abgewandelte Kompressor eine zylindrische Buchse 30, die gleitverschieblich auf der Antriebswelle 6 sitzt. Wie in Fig. 8 und 9 gezeigt, stehen flache Oberflächen 30a, die an den beiden Enden der zylindrischen Buchse 30 ausgebildet sind, in Kontakt mit der Innenfläche eines Taumelscheiben-Tragkörpers. Der Tragkörper 31 und die zylindrische Buchse 30 sind über Zapfen 35 miteinander verbunden, die an den beiden flachen Oberflächen 30a befestigt sind. Daher wird der Tragkörper 31 von den Zapfen 35 schwenkbar ge-

haltet. Der Tragkörper 31 kann also um die äußere Mantelfläche der Zapfen 35 schwenken.

Eine drehbare Taumelscheibe 32 ist an dem Tragkörper 31 mittels eines Schraubelements 33 befestigt. An der Rückseite des Tragkörpers 31 ist ein einziger Bügel 34, der einen Teil der Gelenkeinheit K bildet, derart angebracht, daß er von einer Position absteht, welche in Richtung auf die voreilende Seite (die linke Seite in Fig. 8) bezüglich der Drehrichtung der Antriebswelle 6 gegenüber dem oberen Totpunkt T der drehbaren Taumelscheibe 32 verlagert ist. Ein Ende eines Führungszapfens 18, welcher ähnlich ausgebildet ist wie beim vorhergehenden Ausführungsbeispiel, ist an dem abstehenden Bügel 34 befestigt, während sein anderes Ende wieder an einem sphärischen Element 18a befestigt ist.

Ein einziger Stützarm 17, der den restlichen Teil der Gelenkeinheit K bildet, steht in axialer Richtung nach hinten vom oberen Teil der Vorderseite des Rotors 16 ab, der ebenso ausgebildet ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel, derart, daß der Stützarm 17 dem Führungszapfen 18 gegenüberliegt. Die Konstruktion der übrigen Teile des Kompressors ist dieselbe wie beim vorherigen Beispiel. Ferner sind entsprechende Teile des Kompressors gemäß Fig. 7 bis 9 mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und auf ihre detaillierte Erläuterung wird hier verzichtet.

Wenn der Druckpegel in der Taumelscheibenkammer bei dem Kompressor mit dem vorstehend erläuterten Aufbau verringert wird, kippt die drehbare Taumelscheibe 32 um die Zapfen 35 nach hinten, und die zylindrische Buchse 30 gleitet längs der Antriebswelle 6 entgegen der Kraft der Druckfeder 13 nach vorn. Der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe 32 und die Förderleistung des Kompressors werden folglich erhöht.

Wenn der Druckpegel in der Taumelscheibenkammer 5 dagegen erhöht wird, kippt die drehbare Taumelscheibe 32 auf der zylindrischen Buchse 30 nach vorn, während gleichzeitig die zylindrische Buchse 30 der Druckkraft der Druckfeder 13 nachgibt. Der Neigungswinkel der drehbaren Taumelscheibe wird daher verringert, und die Förderleistung des Kompressors wird gesenkt.

Während des Betriebes des Kompressors hat die drehbare Taumelscheibe 32 die Tendenz, sich auf ihrer in Drehrichtung nachlaufenden Seite, d. h. in der rechten Hälfte in Fig. 8, von dem Rotor 16 fernzuhalten, während die drehbare Taumelscheibe 32 auf ihrer in Drehrichtung voreilenden Seite, d. h. im linken Teil derselben in Fig. 8, gegen den Rotor 16 gedrückt wird. Während des Betriebes des Kompressors bewirken nämlich die Saugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft ein Verdrehen der drehbaren Taumelscheibe 32 um eine zur Mittelachse O der Antriebswelle 6 senkrechte Achse. Ein solches Verdrehen der drehbaren Taumelscheibe 32 kann jedoch verhindert werden. Dies liegt daran, daß die Taumelscheibe 32 durch die flachen Oberflächen 30a der zylindrischen Buchse 30 abgestützt wird.

Es ist jedoch erforderlich, daß die drehbare Taumelscheibe 32 des Kompressors in einer solchen Weise abgestützt ist, daß sie während ihrer Drehung zusammen mit der Antriebswelle 6 gleichmäßig nach vorn und hinten kippen kann. Somit ist zwischen der drehbaren Taumelscheibe 32 und den flachen Oberflächen der zylindrischen Buchse 30 stets ein kleiner Spalt übrig. Ein Spalt wird auch zwischen der kreisrunden Führungsbohrung 17a und dem sphärischen Teil 18a des Führungszapfens 18 gelassen. Aus diesem Grund wird die drehbare Taumelscheibe 32 schwach um eine zur Achse O der An-

triebswelle 6 senkrechte Achse bezüglich des Rotors 16 verdreht. Beispielsweise wird die drehbare Taumelscheibe 14 um einen kleinen Winkel (nicht gezeigt) verdreht. Gemäß Fig. 8 wird also die rechte Seite der Taumelscheibe 32 bezüglich des Rotors 16 nach unten gekippt, während ihre linke Seite nach oben gekippt wird.

Bei dem Kompressor gemäß Fig. 7 bis 9 gelangt der sphärische Teil 18a des Führungszapfens 18 in einen Linienkontakt mit der kreisrunden Führungsbohrung 17a. Daher tritt wie beim vorhergehenden Beispiel gemäß Fig. 1 bis 6 kein abnormaler Verschleiß der Gelenkeinheit ein.

Fig. 10A und 10B zeigen einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Kompressor gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel sind zwei Gelenkeinheiten K vorgesehen, um die Taumelscheibe schwenkbar zu halten (lediglich eine der Gelenkeinheiten K ist gezeigt). In Fig. 10A und 10B ist gezeigt, daß jeder der beiden Stützarme 17 mit einer darin ausgebildeten kreisrunden Führungsbohrung 17b versehen ist, um das sphärische Element 18a zu führen, wobei die Mittellinie S der Führungsbohrung 17b mit einem vorgegebenen Krümmungsradius gekrümmt ist, um den oberen Totpunkt des Kolbens 10 unabhängig vom Neigungswinkel der Taumelscheibe 14 stets auf einem Minimalwert zu halten. In diesem Zusammenhang ist unter dem Aspekt der maschinellen Herstellung zu beachten, daß die kreisrunde Führungsbohrung 17b an der Rückseite eine Öffnung 17c hat. Die Konstruktion der übrigen Teile des Kompressors ist im wesentlichen dieselbe wie bei dem Kompressor gemäß Fig. 1 und 2. Daher werden entsprechende Elemente mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Bei dem betrachteten Kompressor führt die kreisrunde Führungsbohrung 17b in jedem der Stützarme 17 des Rotors 16 die Schwenkbewegung der drehbaren Taumelscheibe 14 bei einer Drehung derselben durch die Antriebswelle 6 derart, daß der Freiraum am oberen Totpunkt im wesentlichen zu Null wird. Folglich kann der Kompressions-Wirkungsgrad des Kompressors unabhängig von einer Änderung seiner Förderleistung auf einem hohen Wert gehalten werden.

Fig. 11A bis 11C zeigen einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Der Kompressor gemäß Fig. 11A bis 11C besitzt einen ähnlichen Aufbau wie derjenige gemäß Fig. 1 und 2 mit dem Unterschied, daß für die Gelenkeinheiten K Schuhe 40 vorgesehen sind. Die Schuhe 40 werden von den sphärischen Elementen 18a der Führungszapfen 18 drehbar gehalten. Die Schuhe 40 sind gleitverschieblich in die kreisrunden Führungsbohrungen 17d der Führungsarme 17 eingepaßt. Der Aufbau der übrigen Teile des Kompressors entspricht demjenigen des Kompressors gemäß Fig. 1 und 2. Daher werden für entsprechende Elemente gleiche Bezugszeichen verwendet, und es wird auf eine Erläuterung dieser Elemente verzichtet.

Bei dem Kompressor gemäß Fig. 11A bis 11C kommt beispielsweise selbst dann, wenn die drehbare Taumelscheibe 14 um eine zur Achse der Antriebswelle 6 senkrechte Achse bezüglich des Rotors 6 verdreht wird, der sphärische Teil 18a des Führungszapfens 18 in flächenhaften Kontakt mit den Schuhen 40, während die Schuhe 40 ihrerseits in flächenhaften Kontakt mit den kreisrunden Führungsbohrungen 17d bzw. deren Oberflächen gelangen. Somit ergibt sich bei dem Kompressor

gemäß Fig. 11A bis 11C kein abnormaler Verschleiß der Gelenkeinheiten, wodurch die Lebensdauer des Kompressors enorm verbessert wird.

Fig. 12A bis 12C zeigen ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Wie in Fig. 12A bis 12C gezeigt, sind bei dem Kompressor zwei Schuhe 41 (nur einer ist gezeigt) drehbar von den sphärischen Teilen 18a der Führungszapfen 18 gehalten. Die Schuhe 41 sind gleitverschieblich in quadratische Führungsöffnungen 17e der Führungsarme 17 des Rotors 16 eingepaßt. Der Aufbau der übrigen Teile ist derselbe wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2, und entsprechende Elemente und Teile sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und werden hier nicht noch einmal erläutert.

Bei dem betrachteten Kompressor gelangen selbst dann, wenn die drehbare Taumelscheibe 14 um die zur Achse O der Antriebswelle senkrechte Achse bezüglich des Rotors 16 verdreht wird, die sphärischen Elemente 18a der Führungszapfen 18 in flächenhaften Kontakt mit den Schuhen 41, die ihrerseits in flächenhaften Kontakt mit der betreffenden Fläche der quadratischen Führungsöffnungen 17e gelangen. Folglich werden bei diesem Kompressor die Gelenkeinheiten K nicht abnormal verschlissen, so daß die Lebensdauer des Kompressors hoch ist.

Fig. 13A und 13B zeigen einen Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 13A und 13b gezeigt, ist bei diesem Kompressor eine Führungsfläche der Gelenkeinheit K durch eine nutartige, zylindrische Aussparung 17f in dem Rotor 16 gebildet, in der das drehbare, sphärische Element 43 abrollen kann, welches drehbar von einem Endbereich des Führungszapfens 42 eines Bügels 19 der Taumelscheibe (nicht gezeigt) gehalten wird.

Bei dem Kompressor gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann beispielsweise selbst dann, wenn die drehbare Taumelscheibe 14 um eine zur Achse O der Antriebswelle 6 (in Fig. 13A und 13B nicht gezeigt) senkrechte Achse bezüglich des Rotors 16 verdreht wird, das sphärische Element 43 in einem Linienkontakt mit der zylindrischen Nutfläche 17f stehen. Daher besitzt der Kompressor gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel dieselben vorteilhaften Wirkungen wie der Kompressor gemäß dem ersten, in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel.

Bei dem Kompressor gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel rollt das sphärische Element 43 ferner in der zylindrischen Führungsnut 17f, und folglich wird das sphärische Element 43 stets mit niedriger Reibung von der Führungsnut 17f geführt. Dementsprechend ist es möglich, die Förderleistung des Kompressors gleichmäßig zu ändern.

Bei allen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen können die Schuhe 15 zum Verbinden der Taumelscheibe mit den einzelnen Kolben 10 durch Kolbenstangen zwischen der Taumelscheibe 14 und den einzelnen Kolben 10 ersetzt werden.

Bei den Kompressoren gemäß den vorstehend erläuterten Ausführungsbeispielen wird die drehbare Taumelscheibe 14 synchron zur Drehung der Antriebswelle 6 gedreht. Die vorliegende Erfindung kann jedoch auch bei einem Kompressor mit variabler Förderleistung mit einer Kombination von Taumelscheiben und Taumelplatten realisiert werden.

Aus der vorstehenden Beschreibung wird deutlich, daß der Kompressor gemäß vorliegender Erfindung mit



seiner mindestens einen verbesserten Gelenkeinheit K zahlreiche der nachstehend aufgeführten Vorteile aufweisen kann:

1. Selbst wenn die Taumelscheibe um eine zur Mittelachse der Antriebswelle senkrechte Achse bezüglich des Rotors verdreht wird, steht das sphärische Element jedes Führungszapfens in linienförmigem Kontakt mit der Führungsfläche an den Stützarmen der Gelenkeinheit K, daher tritt kein übermäßiger Verschleiß der Gelenkeinheit auf. Folglich besitzt der Kompressor eine lange Lebensdauer.
2. Die Gelenkeinheit K des Kompressors gemäß der Erfindung besitzt eine einfach herstellbare Konstruktion, so daß die Herstellung des Kompressors insgesamt einfach wird.
3. Der Kompressor gemäß vorliegender Erfindung kann seine Förderleistung zusätzlich zu den vorstehend erwähnten, vorteilhaften Effekten gleichmäßig ändern.
4. Der Kompressor gemäß vorliegender Erfindung arbeitet so, daß selbst bei einem Verdrehen der Taumelscheibe bezüglich des Rotors das sphärische Element der Gelenkeinheit stets in Oberflächenkontakt mit dem zylindrischen Schuh der Gelenkeinheit steht, wobei dieser zylindrische Schuh außerdem in flächenhaftem Kontakt mit der zugeordneten Führungsfläche der Gelenkeinheit steht. Aus diesem Grund ist die Gelenkeinheit selten einem abnormalen Verschleiß unterworfen. Folglich zeigt dieser Kompressor eine hervorragende Verschleißfestigkeit und eine lange Lebensdauer.
5. Bei dem Kompressor gemäß der vorliegenden Erfindung können die Ansaugkraft und die Kompressions-Reaktionskraft der Kolben in geeigneter Weise von der Gelenkeinheit aufgefangen werden. Daher kann verhindert werden, daß sich die Taumelscheibe gegenüber dem Rotor verdreht. Folglich besitzt der Kompressor eine hervorragende Lebensdauer.
6. Der Kompressor gemäß vorliegender Erfindung kann in der Weise aufgebaut werden, daß der Freiraum im oberen Totpunkt der Kolben so eingestellt werden kann, daß er annähernd Null ist, so daß der Kompressionswirkungsgrad des Kompressors bemerkenswert hoch sein kann.

#### Patentansprüche

1. Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung, insbesondere für ein gasförmiges Kältemittel, mit einer Gehäuseanordnung, in der eine Taumelscheibenkammer, eine Ansaugkammer, eine Auslaßkammer und mehrere in Fluidverbindung mit den genannten Kammern stehende Zylinderbohrungen vorgesehen sind;
- mit jeweils einem zu einer Hin- und Herbewegung antreibbaren Kolben in jeder der Zylinderbohrungen;
- mit einer drehbar in dem Gehäuse gelagerten Antriebswelle;
- mit einem in der Taumelscheibenkammer angeordneten, drehfest auf der Antriebswelle montierten Rotor;
- mit mindestens einem Stützarm, der von dem Rotor nach innen in Richtung auf die Taumelscheibenkammer absteht;

mit einer Taumelscheibe, die mit den einzelnen Kolben über Verbindungseinrichtungen verbunden ist, mit deren Hilfe eine Taumelbewegung der Taumelscheibe in eine Hin- und Herbewegung der Kolben umsetzbar ist, und mit Gelenkeinrichtungen, über die die Taumelscheibe mit dem Rotor verbunden ist und die einen Führungszapfen umfaßt, der mit seinem einen Ende an der Taumelscheibe befestigt ist und der mit dem Stützarm des Rotors derart in Eingriff steht, daß der Neigungswinkel der Taumelscheibe in Abhängigkeit von dem Druck in der Taumelscheibenkammer veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gelenkeinrichtungen ein sphärisches Element (18a) umfassen, welches am anderen Ende des Führungszapfens (18) befestigt ist, sowie eine in dem Stützarm (17) des Rotors (16) ausgebildete Bohrung (17a), die parallel zu einer Ebene verläuft, die durch die Mittelachse (O) der Antriebswelle (6) und eine obere Totpunktposition der Taumelscheibe (12; 31 bis 34) definiert ist, wobei eine innere Umfangsfläche der Bohrung (17a) als eine Führungsfläche dient, die derart verläuft, daß sie sich der Mittelachse (O) der Antriebswelle (6) von außen nach innen annähert, und daß der Querschnitt dieser Führungsfläche senkrecht zu einer Mittellinie (S) der Bohrung (17a) zumindest über einen Teil der Führungsfläche einen Kreisbogen bildet, derart, daß das sphärische Element (18a) in Linienkontakt mit der Führungsfläche steht.

2. Taumelscheibenkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Führungsfläche definierende Öffnung als kreisrunde Bohrung (17a) ausgebildet ist und daß das sphärische Element (18a) derart am anderen Ende des Führungszapfens (18) montiert ist, daß es schwenkbar und gleitverschieblich in Kontakt mit der Umfangsfläche der Bohrung (17a) steht.

3. Taumelscheibenkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das sphärische Element (18a) frei drehbar am anderen Ende des Führungszapfens (18) montiert und derart in die Öffnung (17a) eingesetzt ist, daß es bezüglich der Führungsfläche eine Abwälzbewegung ausführen kann.

4. Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung, insbesondere für ein gasförmiges Kältemittel, mit einer Gehäuseanordnung, in der eine Taumelscheibenkammer, eine Ansaugkammer, eine Auslaßkammer und mehrere in Fluidverbindung mit den genannten Kammern stehende Zylinderbohrungen vorgesehen sind;

mit jeweils einem zu einer Hin- und Herbewegung antreibbaren Kolben in jeder der Zylinderbohrungen;

mit einer drehbar in dem Gehäuse gelagerten Antriebswelle;

mit einem in der Taumelscheibenkammer angeordneten, drehfest auf der Antriebswelle montierten Rotor;

mit mindestens einem Stützarm, der von dem Rotor nach innen in Richtung auf die Taumelscheibenkammer absteht;

mit einer Taumelscheibe, die mit den einzelnen Kolben über Verbindungseinrichtungen verbunden ist, mit deren Hilfe eine Taumelbewegung der Taumelscheibe in eine Hin- und Herbewegung der Kolben umsetzbar ist, und mit Gelenkeinrichtungen, über die die Taumelscheibe mit dem Rotor verbun-



den ist und die einen Führungszapfen umfaßt, der mit seinem einen Ende an der Taumelscheibe befestigt ist und der mit dem Stützarm des Rotors derart in Eingriff steht, daß der Neigungswinkel der Taumelscheibe in Abhängigkeit von dem Druck in der Taumelscheibenkammer veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkeinrichtungen ein sphärisches Element (18a) umfassen, welches am anderen Ende des Führungszapfens (18) befestigt ist, an dem ein Schuh (40, 41) drehbar gehalten ist, sowie eine in dem Stützarm (17) des Rotors (16) ausgebildete Bohrung (17a), die parallel zu einer Ebene verläuft, die durch die Mittelachse (O) der Antriebswelle (6) und eine obere Totpunktposition der Taumelscheibe (12; 31 bis 34) definiert ist, wobei eine innere Umfangsfläche der Bohrung (17a) als eine Führungsfläche dient, die derart verläuft, daß sie sich der Mittelachse (O) der Antriebswelle (6) von außen nach innen annähert, und daß der Querschnitt dieser Führungsfläche senkrecht zu einer Mittellinie (S) der Bohrung (17a) kreisrund oder rechteckig ist, derart, daß der Schuh (40, 41) bezüglich der Führungsfläche gleitverschieblich ist.

5. Kompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkeinrichtungen ein Paar von Gelenkeinheiten (K) umfassen, welche zu beiden Seiten des oberen Totpunkts der Taumelscheibe (14) angeordnet sind.

6. Kompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsfläche einen Krümmungsradius aufweist, der so gewählt ist, daß der Freiraum für die Kolben (10) in deren oberem Totpunkt unabhängig vom Neigungswinkel der Taumelscheibe (14) ein Minimum ist.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



Fig.1

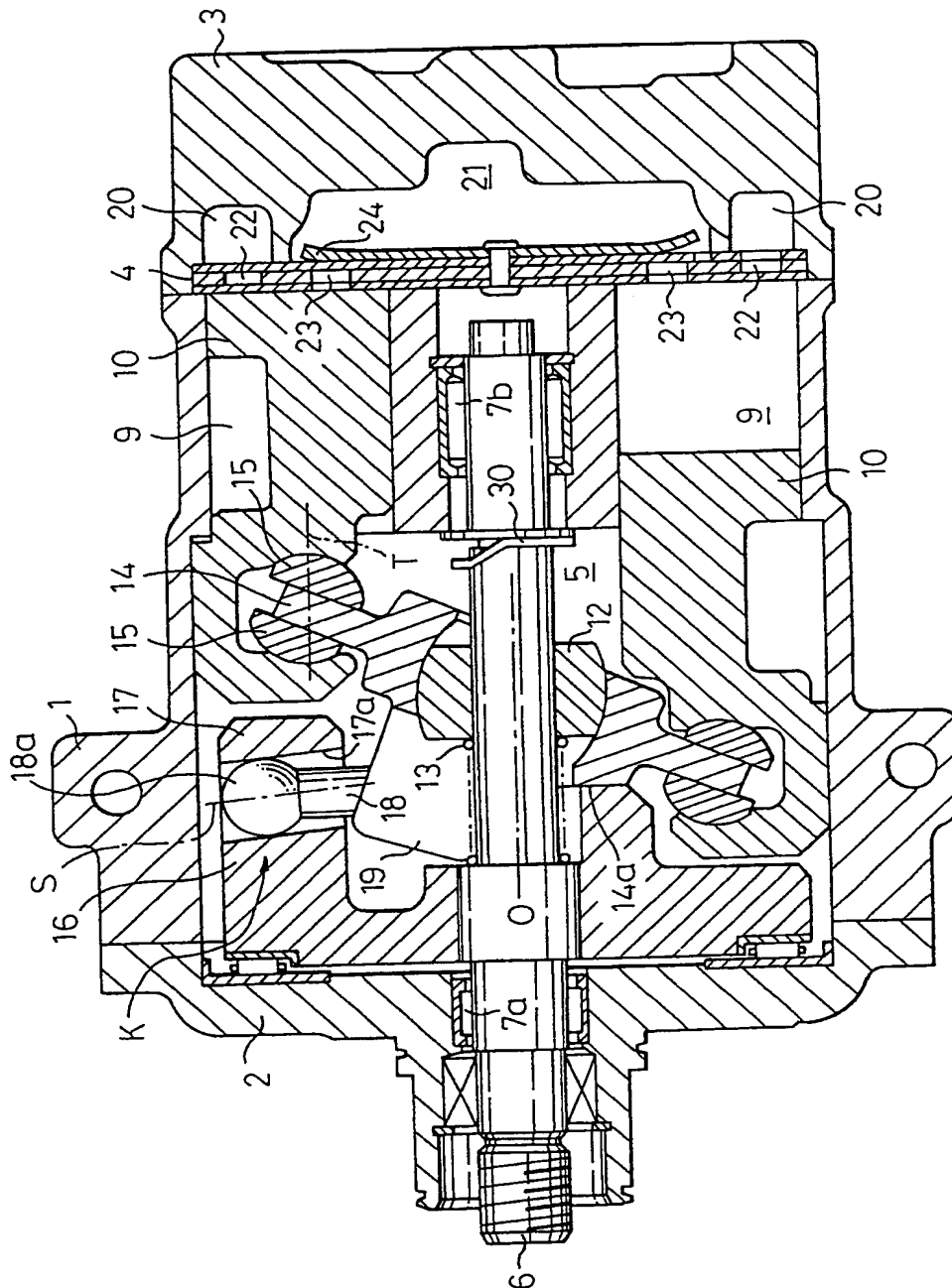


Fig.2

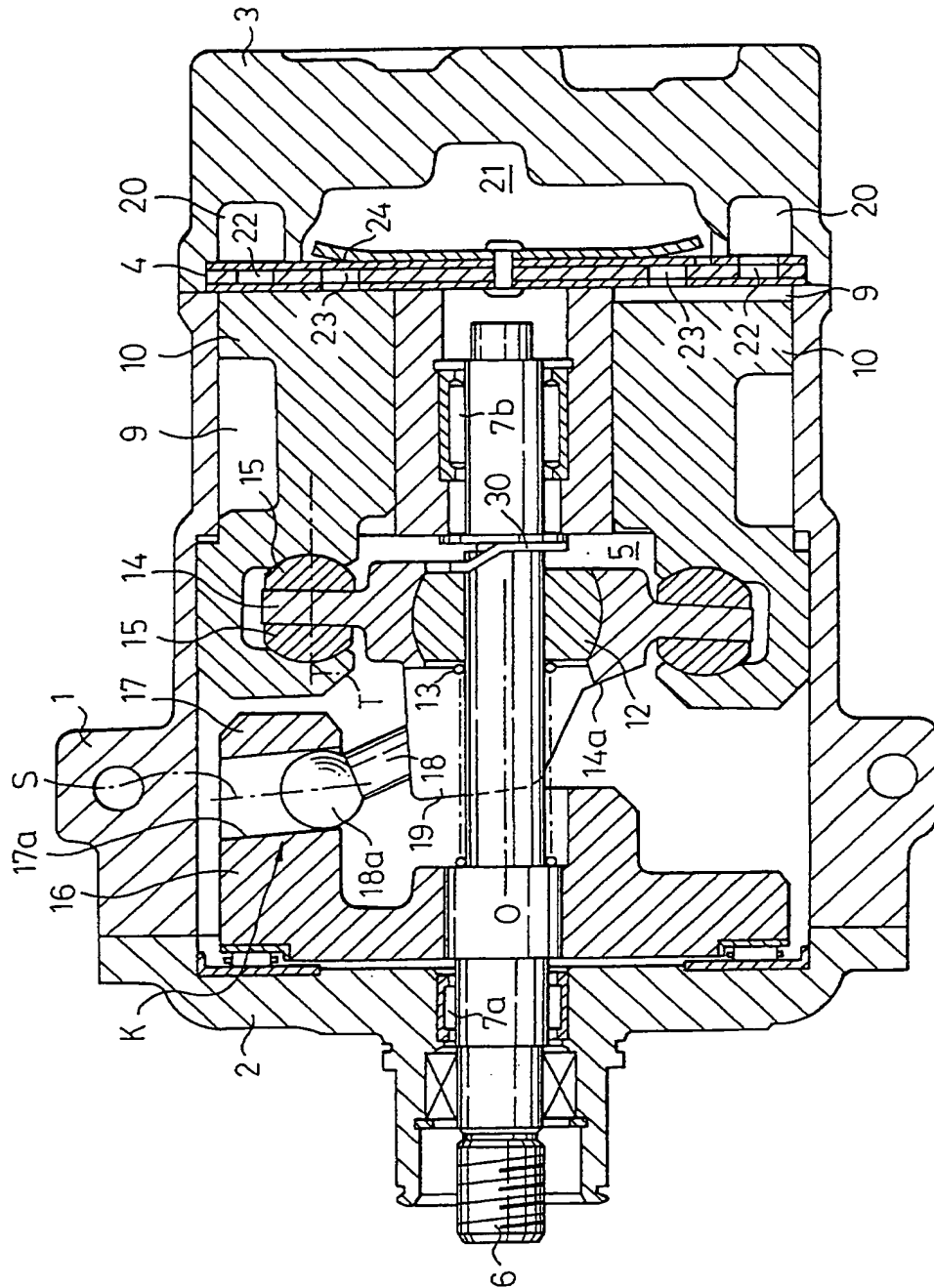


Fig. 3

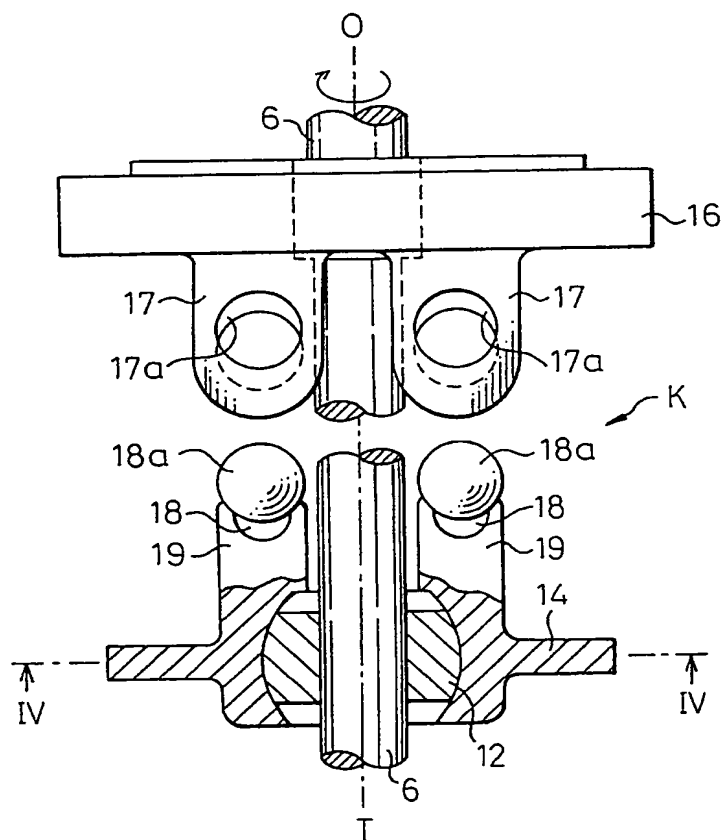


Fig. 4

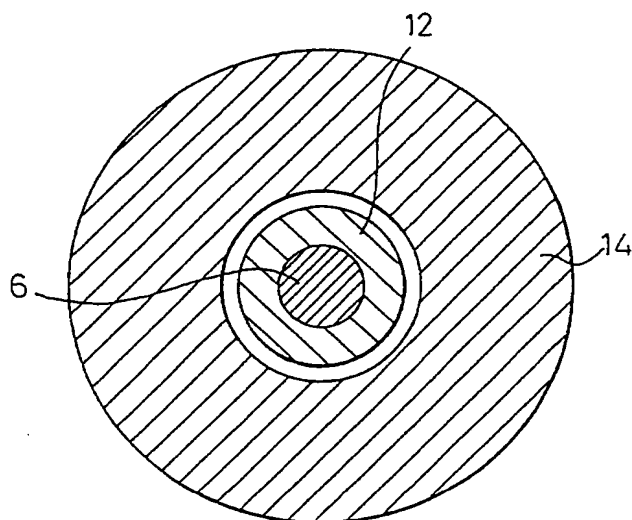


Fig. 5

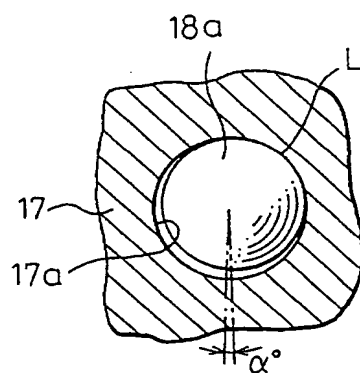


Fig. 6

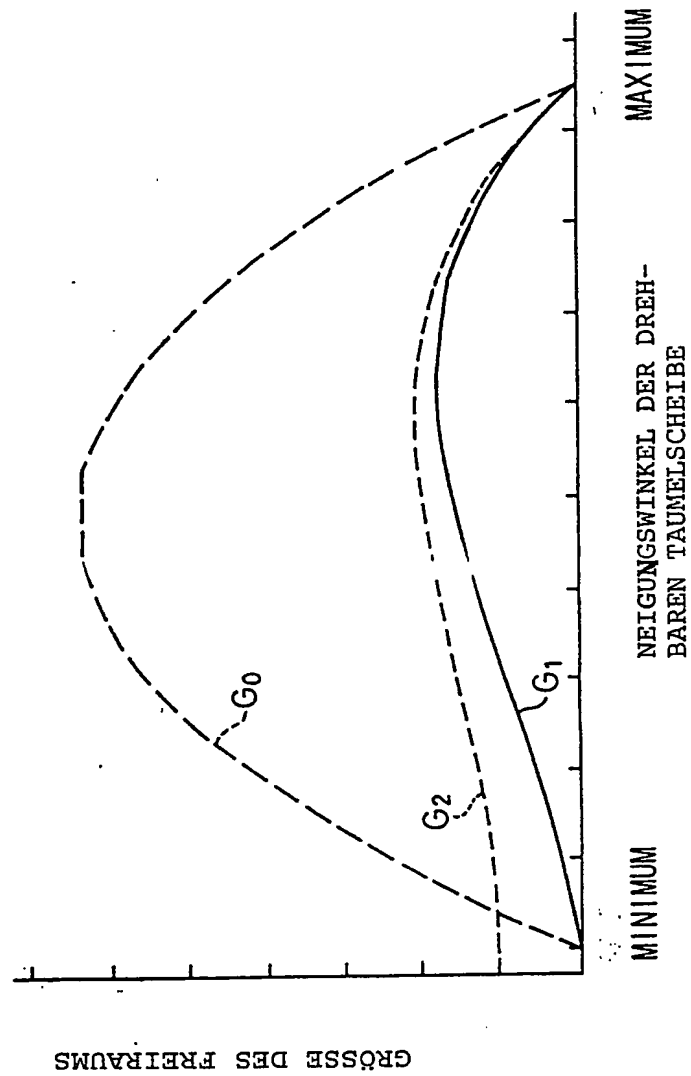




Fig. 7

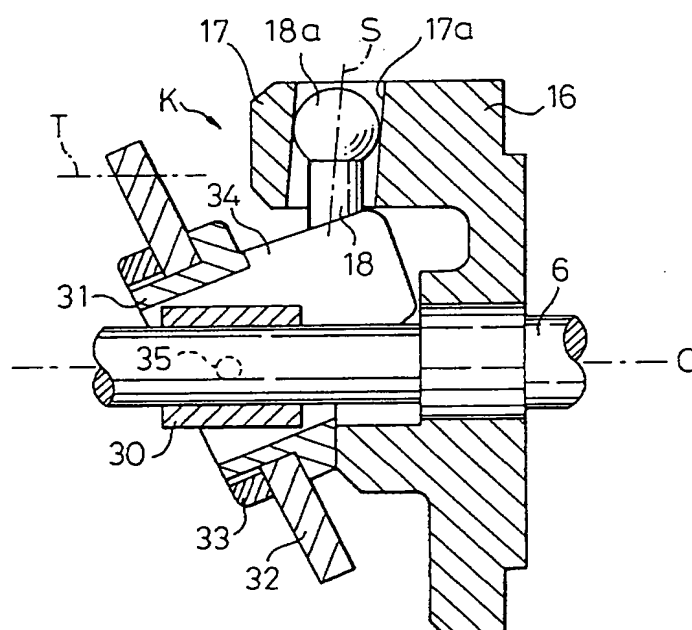


Fig. 8

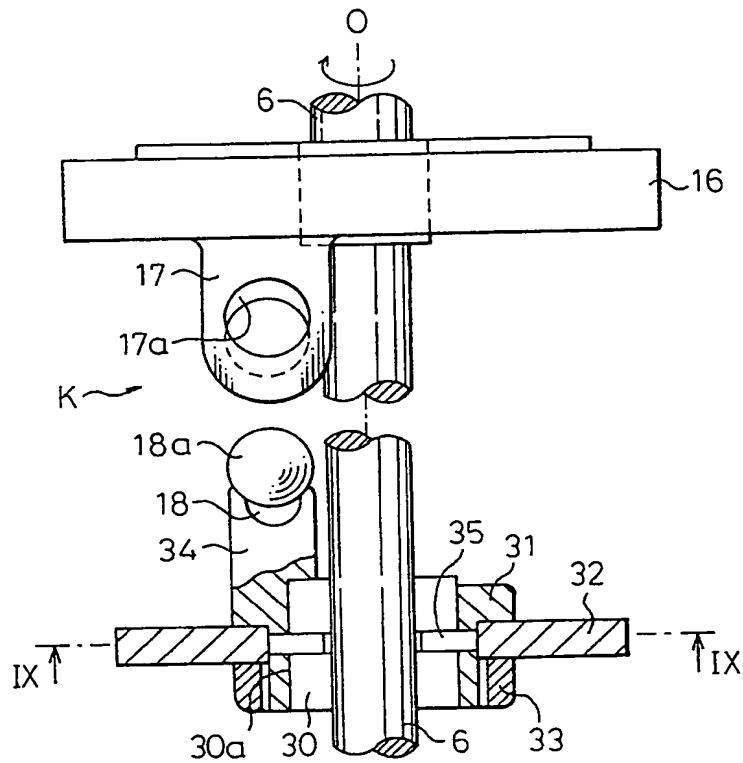


Fig. 9

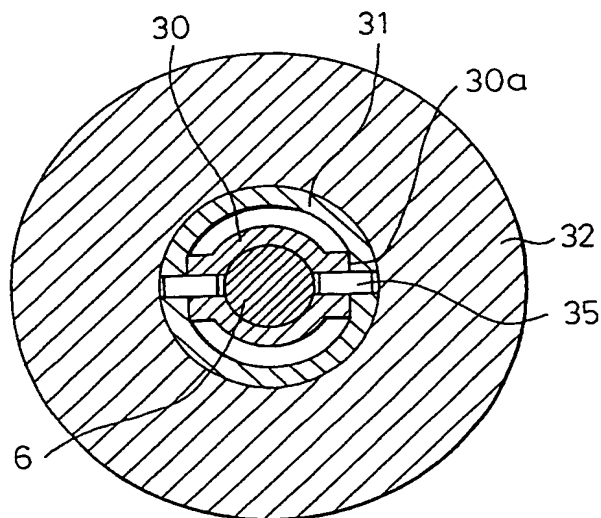


Fig.10 A

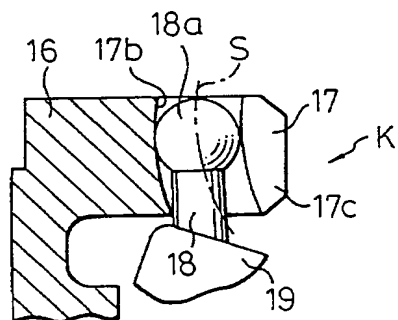


Fig.10 B

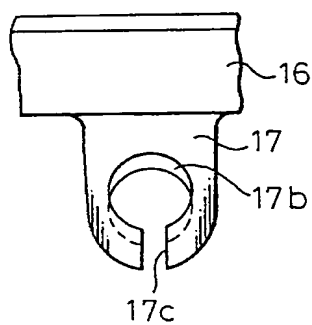


Fig.11A

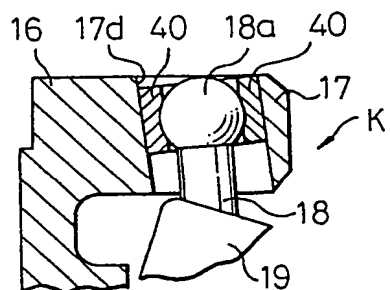


Fig.11B

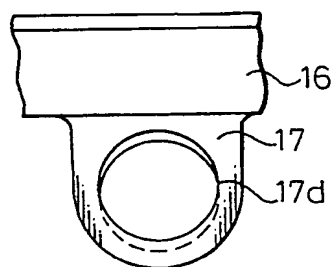


Fig.11C

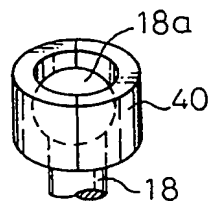


Fig.12 A

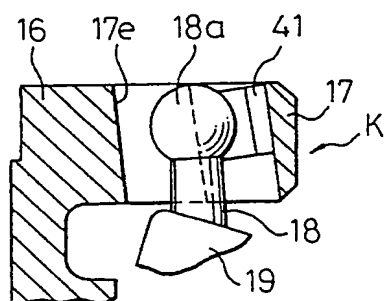


Fig.12 B

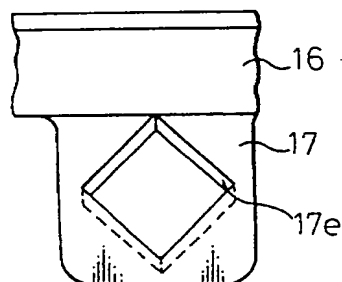


Fig.12 C

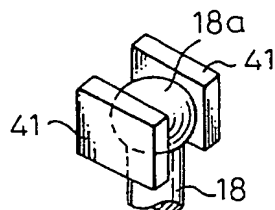


Fig.13A

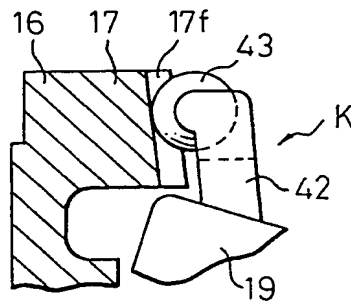


Fig.13B

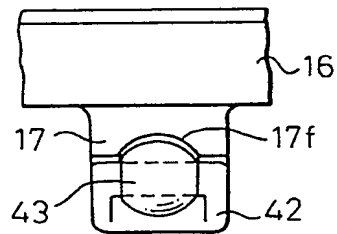


Fig.14 (STAND DER TECHNIK)

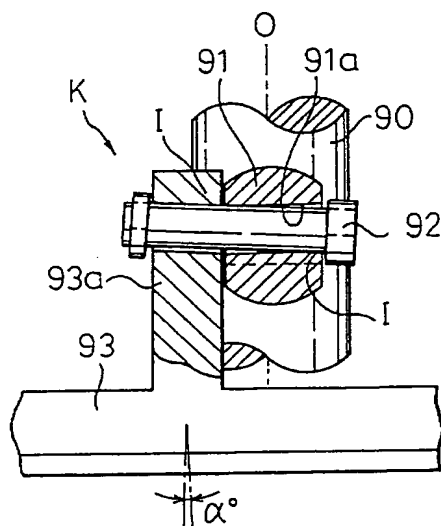


Fig.15 (STAND DER TECHNIK)

